Vergleichende Studien über die Giftigkeit der Dämpfe des Terpentinöles und eines Ersatzmittels.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

vorgelegt von

Ernst Höfling

aus Würzburg.

Würzburg 1914.

Gebrüder Memminger G. m. b. H.

Abteilung Buchdruckerei.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr **Professor Dr. K. B. Lehmann.**

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549815_0115

Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann stellte mir die Aufgabe vergleichende experimentelle Untersuchungen anzustellen über den Grad der Giftigkeit des Terpentinöles und eines Ersatzmittels. Bekanntlich wird das Terpentinöl bei Lungenkrankheiten mit putridem Charakter sehr gerne verordnet, indem man Dämpfe dieses Stoffes inhalieren läßt. In der Technik dient Terpentinöl als Zusatz zu Farben, Lacken, Firnissen etc. Terpentinöl ist nun kein indifferenter Stoff; seine Dämpfe üben bei Menschen, welche dieselben stunden, lang einatmen müssen, einen gesundheitsschädigenden Einfluß aus; auch tödliche Vergiftung mit Terpentinöldämpfen ist schon beobachtet worden. Chevallier (Anm. d'Hyg. Bd. 20, 1863, p. 95) hat eine größere Menge von Beobachtungen über Gesundheitsschädigungen an Menschen durch Terpentinöl gesammelt. Der Arzt Corsin soll durch Beziehen einer frisch gestrichenen Wohnung gestorben sein. Chevallier selbst ist sehr empfindlich. Er litt namentlich an Kopfschmerzen. Ein Apothekerlehrling bekam beträchtliche Abspannung, Krämpfe, sehr heftige Kopfschmerzen, starken Schweiß und heftigen Durst.

Der Chemiker Bouchandat hat 1845 beobachtet, daß er jedesmal, wenn er sich einige Stunden in einer terpentinhaltigen Luft aufhielt, zuerst nur etwas Kopfschmerzen bekam, aber in der folgenden Nacht an Schlaflosigkeit, beständiger Aufregung, Hitzegefühl, vermehrtem Pulsschlag, Schwierigkeit beim Harnlassen litt. Am folgenden Tag empfand er eine ausnehmende Steifigkeit, Gefühl von Schwere und Schmerzen in der Nierengegend, worauf noch zwei Tage Müdigkeit und Arbeitsunfähigkeit folgten. Bouchandat hat dreimal die gleichen Beobachtungen an sich gemacht.

Besonders interessant ist einer der Fälle von Chevallier: In einem neugestrichenen Eisenbahnwaggon wurde ein Arzt

bei vollkommen klarem Bewußtsein nach und nach mehr gelähmt, nachdem während eines Sturmes die Fenster geschlossen werden mußten. Er konnte kaum aus dem Wagen steigen und sich auf den Beinen halten.

In der gleichen Arbeit sind auch eine Anzahl Fälle mitgeteilt unter Quellenangabe von Erkrankungen, Kopfweh, Gliederschmerzen, auch ein Todesfall eines französischen Offiziers in Afrika, der in einem Alkoven schlief, der mit Kirschlorbeerzweigen ausgeschmückt war.

Verschiedene Autoren haben angegeben, daß sich die Arbeiter sehr gut an das Terpentinöl gewöhnen.

An die Arbeit schließt sich die Uebersetzung einer deutschen Untersuchung an.

Dr. Liersch aus Cottbus berichtet (Vierteljahrschr. f. ges. Med., Okt. 1862), daß die Menschen sehr verschieden empfindlich gegen Terpentinöle sind. Er hat einen jungen Mann, wegen einer unvollständigen Lähmung, 20 mal Terpentindampfbäder nehmen lassen, wo er sich $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde in sehr reichlichen Terpentindämpfen aufhielt und in dem gleichen Zimmer nachher noch einige Stunden schwitzte.

In den gleichen Räumen, wo viele Menschen unbeschädigt bleiben, bekommen andere Kopfschmerzen, Schläfrigkeit, Schwindel, besonders junge Leute, nervöse und anaemische Frauen. Eine wirkliche Antipathie oder Idiosynkrasie gegen das Terpentinöl ist ihm nicht vorgekommen. Die meisten Arbeiter gewöhnen sich daran. Er hat Versuche gemacht mit Tieren in einem Kasten, der innen mit rektifiziertem Terpentinöl angestrichen war. Quantitative Angaben fehlen. Er hat schwere Erscheinungen, selbst den Tod der kleinen Tiere hervorgebracht unter Aufregung, Mattigkeit, Krämpfen, Lähmungen. Die anfangs beschleunigte Respiration wurde später langsam tief. Die Herztätigkeit war meist beschleunigt.

Bei einem von Reinhard (Deutsche med. Wschr. 1887) publizierten Falle bewirkte das zweitägige Arbeiten mit terpentingetränkten Fässern bei einem erwachsenen Manne Schwindelgefühl, Schlafsucht und Haematurie. Letztere klang

erst im Laufe von 14 Tagen ab; ein anderer mit der gleichen Arbeit beschäftigter Mann blieb gesund.

Ueber eine tödliche Vergiftung mit Terpentinöldämpfen berichtet Drescher (Zeitschr. f. Medizinalbeamte 1906 Nr. 5). Ein Arbeiter, der die Innenseite eines Dampfkessels anstrich, erkrankte mit Kopfschmerzen und Erbrechen, setzte aber die Arbeit fort und wurde tot aufgefunden. Die Sektion ergab Hyperaemie der Hirnhäute und der Bauchorgane, starke Füllung des Herzens mit flüssigem Blut, sonst keine Zeichen von Erstickung.

Experimentelle Untersuchungen über Terpentinöldämpfe sind bereits von Professor Dr. K. B. Lehmann im Archiv für Hygiene veröffentlicht worden; es handelte sich aber bei diesen Versuchen hauptsächlich um kleine Dosen. Das praktische Resultat dieser Untersuchungen war folgendes: Terpentindosen (bis etwa 3—4 mg pro Liter) sind eingeatmet für Hunde und Katzen — von leichten Reizsymptomen der Schleimhäute abgesehen — wenig akut schädlich, Dosen von 4—6 mg wirken als schwaches Narkotikum auf Katzen. Nach einer größeren Reihe von solchen Versuchen war kein bleibender Schaden zu konstatieren.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß dieser in der Technik so viel gebrauchte Stoff in der Gewerbehygiene nicht zu unterschätzen ist, und daß es wohl berechtigt ist, nach Ersatzmitteln zu suchen, welche denselben technischen Zwecken dienen können wie das Terpentinöl, dabei aber weniger schädigend auf die Gesundheit des Menschen einwirken.

Im Folgenden werde ich nun zuerst auf die Versuche mit Terpentinöldämpfen eingehen, dann auf die Versuche mit dem Ersatzmittel und schließlich auf Verdunstungsversuche dieser beiden Stoffe.

Die Methodik bei diesen Versuchen war ungefähr folgende: Das Tier — ich verwendete dazu ausschließlich

Katzen — befand sich in einem geräumigen Glaskasten, welcher nach außen luftdicht abgeschlossen war, und durch den ein Frischluftstrom von bekannter Größe in der Stunde mit Hilfe einer Gasuhr durchgesaugt wurde. Diesem Frischluftstrom mischte sich ein Giftluftstrom bei, der in der einfachsten Weise dadurch erhalten wurde, daß ein gleichmäßiger Strom Preßluft, der eine Trockenvorrichtung passierte, hierauf durch eine Woulff'sche Flasche strich, in welche alle 5 Minuten eine bestimmte Menge der zu untersuchenden Substanz gegeben wird. Mittels eines Bunsenbrenners verdampfte nun die Substanz in der Woulff'schen Flasche, die Temperatur, die in der Flasche bestand, konnte an einem Thermometer abgelesen werden. In dem Vorderraum, in dem Frischluftstrom und Giftluftstrom einmündet und der von dem Raum, in welchem sich das Tier befand, durch ein Gitter getrennt war, befand sich ein elektrisch getriebener Ventilator, der für genügende Vermischung der beiden Luftströme sorgte.

Waren nach einer Stunde z. B. x h der zu untersuchenden Substanz verdunstet und gleichzeitig 1500 l Luft durch den Versuchskasten gesaugt, so ergibt sich x : 1,5 die Menge der mg, die in 1 l der Luft vorhanden ist.

Tierversuche:

1. mit Terpentinöl.

Die Versuche sind selbstverständlich in der klaren Einsicht unternommen, daß negative Resultate, an Tieren erhalten, nicht sicher eine Unschädlichkeit für den Menschen beweisen.

Statt nun sämtliche Versuche ausführlich zu schildern, beschränke ich mich darauf, drei Versuche mit ziemlich differenten Dosen genau in ihrem Verlaufe darzustellen, während die übrigen in Tabellenform beschrieben werden, so daß diese mit entsprechenden Zusätzen ein genaues übersichtliches Bild geben.

Es folgen nun drei ausführlich beschriebene Versuche, die nach steigendem Giftgehalt angeführt werden:

I. Versuch: 5.

Gehalt: 8 mg pro l. Dauer $3^1/_2$ Stunden.

Katze (No. 42) ein kräftiges Tier, von 2700 g Gewicht, wurde bereits zu einigen Versuchen verwendet; doch befand sich zwischen diesem und dem letzten Versuche eine längere Erholungszeit. Katze zeigt vor dem Versuche vollkommen normales Verhalten.

Alle 5 Minuten werden in die Woulff'sche Flasche 1 ccm Terpentinöl gegeben. In der Stunde werden 1400 l Luft durch Versuchskäfig gesaugt.

Anfangstemp. der Luft in der Woulff'schen Flasche 30° C
Endtemp. „ „ „ „ „ „ 61° C

5 Minuten nach Beginn des Versuches zeigt sich bei der Katze vermehrte Sekretion der Mundschleimhaut; Katze sucht sich den Schleim vom Munde abzuwischen, die vermehrte Sekretion tritt von neuem wieder ein. Nach 8 Minuten starke Reizung der Conjunktiva, vermehrter Tränenfluß

und Lichtscheu. Nach ungefähr 30 Minuten muß Katze öfters nießen. Ungefähr 1 Stunde nach Einwirkung der Dämpfe zeigen sich leichte Gleichgewichts- und Lähmungszustände. Der Gang des Tieres wird unsicher, es besteht ein leichtes Schwanken im Sitzen und im Gehen; die Katze bewegt die Hinterbeine nur selten und schwerfällig. Sie sitzt meistens und macht Gehbewegungen mit den Vorderbeinen. 15 Minuten später nimmt das Schwanken der Katze sehr stark zu, sie vermag sich aber noch auf den Beinen zu halten. Katze liegt öfters für kurze Zeit auf dem Boden oder lehnt sich an der Glaswand an. Nach $1^1/_2$ Stunden beobachtet man Wälzbewegungen der Katze um ihre Längsachse und tetanische Zuckungen in den Zehen. 2 Minuten später ausgesprochenes Tetanus und Opisthotonus verbunden mit mehreren Wälzbewegungen um die Längsachse. Katze liegt darnach auf der Seite und kann sich nicht mehr erheben. Tetanus und Wälzbewegungen wiederholen sich öfters, dazu treten noch später epileptiforme (schlagende) Krämpfe in den vorderen Extremitäten. Nach 2 Stunden nur 12 tiefe Atemzüge. Es treten jetzt auch kurz dauernde tetanische Zuckungen des Zwerchfells auf. 2 Stunden nach Auftreten der Krämpfe und $3^1/_2$ Stunden nach Beginn des Versuches wird dieser abgebrochen. Katze liegt bewegungslos im Käfig, nur von Zeit zu Zeit, aber seltener als am Anfang der Krämpfe, tetanische Zuckungen.

Auch außerhalb des Käfigs liegt Katze bewegungslos zur Seite. Nach ungefähr 10 Minuten macht sie den Versuch sich zu erheben, was ihr endlich mit Mühe gelingt. In den Extremitäten hie und da noch schleudernde krampfartige Bewegungen. Der Gang ist auch sehr unsicher, sie fällt öfters. Schließlich erholt sich das Tier wieder vollständig.

II. Versuch: 4.

Gehalt: 16 mg pro l. Dauer: 40 Minuten.

Katze (No.) 44 ein mittelkräftiges Tier von 1 950 g Gewicht; wurde bereits zu Versuch I verwendet, zeigt aber vor diesem Versuche wieder normales Verhalten.

Alle 5 Minuten werden 2 ccm Terpentinöl in die Wöulff'sche Flasche gegeben. 1400 l Luft in der Stunde durch Versuchskäfig gesaugt.

Anfangstemp. der Luft in der Woulff'schen Flasche 30° C
Endtemp. „ „ „ „ „ „ 61° C.

Nach 15 Minuten vermehrte Speichelsekretion, 5 Minuten später vermehrte Tränensekretion und Lichtscheu. Nach 25 Minuten treten schon Gleichgewichtsstörungen auf, Schwanken und öfteres Fallen der Katze beim Gehen. Besonders fällt eine Schwäche der Hinterbeine auf. Nach einer halben Stunde kann sich Katze nicht mehr erheben, Wälzbewegungen um die Längsachse und tetanische Zuckungen in den Extremitäten. Nach 35 Minuten liegt Katze bewegungslos zur Seite und ist nach weiteren 5 Minuten tot.

Die Sektion ergibt: Injektion der Trachea, dieselbe enthält flüssigen Schleim, ebenso die Bronchien. Die Lunge ist blutarm, sehr deutlich ausgeprägt ist Emphysema bullosum, auch zeigen sich zahlreiche Diffus verbreitete pleurale Ecchymosen. Der rechte Ventrikel enthält eine größere Menge flüssigen Blutes. Daneben alte Pleuritis.

III. Versuch: 3.

Gehalt: 24 mg pro l. Dauer: 1 Stunde 10 Minuten.

Katze (No. 41) schwächliches Tier von 1900 g Gewicht, wurde schon öfters zu Versuchen verwendet, zeigt jedoch keine pathologische Veränderungen.

Alle 5 Minuten werden 3 ccm Terpentinöl in die Woulff'sche Flasche gegeben; in der Stunde 1400 l Luft durch Käfig gesaugt.

Anfangstemp. der Luft in Woulff'scher Flasche $27^1/_2{}^0$ C
Endtemp. „ „ „ „ „ 55^0 C.

Nach 10 Minuten sind die Augen nur noch halb offen, Katze kneift dieselben öfters zu, vermehrte Speichelsekretion Tränenfluß, Lichtscheu. Nach weiteren 4 Minuten einige krampfartige Atemzüge; die Augen sind geschlossen. 20 Minuten nach Beginn des Versuches leichte Gleichgewichts-

störungen, die rasch stärker werden. Nach 30 Minuten liegt Katze bewegungslos zur Seite, tetanische Krämpfe in den Extremitäten. Nach 40 Minuten Tier in Narkose, nur 12 tiefe Atemzüge in der Minute. Nach weiteren 15 Minuten nur 7 tiefe Atemzüge in der Minute. Darnach tetanische Kontraktionen des Zwerchfells und der Atemmuskulatur, Strecken der Beine, Rückwärtsbeugen des Kopfes und Exitus letalis.

Sektion: Lunge nicht besonders blutreich, einige subpleurale Blutungen. In der Trachea und Bronchien, flüssiger Schleim, Schleimhaut der Trachea injiciert. Im rechten Herzen eine größere Menge flüssigen Blutes. Leber blutreich, Niere anaemisch; sonst o. B.

Tabelle I.

Es folgt nun eine tabellarische Zusammenstellung der Inhalationsversuche mit Terpentinöl zweks besserer und rascherer Uebersicht über die Wirkung und Giftigkeit dieses Stoffes.

Tabelle I.

Versuchs-nummer	Gehalt:	Dauer:	Vorgeschichte:	Wirkung:			Ferneres Schicksal:
				Erste leichte Symptome:	Schwerere Symptome:	Am Ende des Versuches:	
1.	20 mg pro l	25 Min.	Katze (Nr. 44) schwächliches Tier von 2050 g, noch zu keinem Versuch verwendet.	Nach 5 Minuten fährt sich Katze öfters mit Pfote über Augen und Nase. 5 Min. später vermehrte Speichelsekretion, Conjunctivitis. Nach 20 Min. leichteres Schwanken im Sitzen.	Nach 25 Min. fällt Katze von einer Seite zur anderen; leichte tetanische Krämpfe in den Extremitäten.	Katze liegt außerhalb des Käfigs. Zuerst einige wenige Minuten regungslos zur Seite.	Bald versucht Katze sich wieder aufzurichten, fällt wieder zur Seite, vereinzelte Schüttelkrämpfe in den Extremitäten. Nach 20 Minuten kann Katze einigermaßen wieder laufen und erholt sich dann rasch vollends.
2.	8 mg pro l	$2^1/_2$ Std.	Katze (Nr. 46) sehr kräftiges Tier von 3550 g Gewicht; noch zu keinem Versuch verwendet.	Nach 5 Minuten Reizung der Schleimhäute (Mund, Augen, Nase). Häufiges Niesen. Nach 20 Minuten taumelnder Gang.	Nach 25 Minuten stärkere Gleichgewichtsstörungen. Fallen von einer Seite zur anderen; bei Exspiration Zittern. Nach 1 Std. tet. Krämpfe in Extr. Nach 2 Std. sehr erschwerte Zwerchfellatmung.	Katze liegt bewegungslos auf Seite, von Zeit zu Zeit tetanische Krämpfe.	Katze erholt sich über Nacht; am nächsten Morgen zeigt sich nur noch eine vermehrte Sekretion der Nasenschleimhaut, die sich wieder verliert.
3.	24 mg pro l	1 Std. 10 Min.	Katze (Nr. 41) schwaches Tier von 1900 g, schon vor längerer Zeit zu Versuchen verwendet	Nach 10 Minuten Reizung der Schleimhäute, einzelne Schluckbewegungen. Nach 20 Min. Schwanken.	Nach einer $^1/_2$ Std. stärkere Gleichgewichtsstörungen, angestrengte keuchende Atmung, tet. Krämpfe, deutl. Abnahme der Atemfrequenz.	Exitus letalis	Sektion: Lunge wenig Blut enthaltend, einige subpleurale Bltg. In Trachea und Bronchien flüssiger Schleim.
4.	16 mg pro l	40 Min.	Katze (Nr. 44) schwächliches Tier von 1950 g; schon zu Versuch I verwendet.	Nach 10—15 Min. Reizung der Schleimhäute. Nach 25 Minuten leichte Gleichgewichtsstörungen.	Nach $^1/_2$ Stunde stärkere Gleichgewichtsstörungen u. tetanische Zuckungen.	Nach 40 Minuten Exitus letalis.	Sektion: Trachea injic. enthält flüssigen Schleim ebenso Bronchien. Emphys. bullosum, geringe subpleurale Ecchym. r. Ventr. flüssiges Blut.

Tabelle I.

Versuchs-nummer	Gehalt:	Dauer:	Vorgeschichte:	Wirkung:			Ferneres Schicksal:
				Erste leichte Symptome:	Schwerere Symptome:	Am Ende des Versuches:	
5.	8 mg pro l	$3^1/_2$ Std.	Katze (Nr. 42) kräftiges Tier v. 2700 g; schon öfters zu Versuchen verwendet.	Nach 8 Min. starke Reizung der Conj. und vermehrte Speichelsekretion Nach $^1/_2$ Std. muß Katze öfters nießen. Nach 55 Minuten Schwanken der Katze u. leichte Lähmung der Hinterbeine.	Nach 70 Minuten stärkere Gleichgewichtsstörungen, Katze lehnt sich an und liegt längere Zeit auf Seite. Nach $1^1/_2$ Std. Wälzbewegungen u. tet. Krämpfe. Nach 2 Std. auch noch schleudernde (epileptiforme Krämpfe hinzu.	Alle 5—10 Min. treten Wälzbeweg., tet. Krämpfe und seltener epileptiforme Krämpfe auf. In der krampffreien Zeit liegt Katze bewegungslos zur Seite.	Im Laufe der Nacht erholte sich Katze wieder vollständig.
6.	4 mg pro l	8 Std.	Katze (Nr. 14) 2850 g schwer, noch nicht verwendet.	Nach $^1/_4$ Std. vermehrte Tränensekr., Rötung der Lidbindehaut, Lichtscheu. Nach 20 Minuten Nießen der Katze, nach $^1/_2$ Std. vermehrte Speichelsekr.	Keine.	Sehr starke Einwirkung auf Bindehaut u. Mundschleimhaut.	Alle 3 Katzen fußen sofort nach Beendigung des Versuches. Katzen (Nr. 13 und Nr. 14) haben sich nach $^1/_2$ Std. erholt. Katze (Nr. 46) erst im Laufe der Nacht.
			Katze (Nr. 13) 2550 g schwer, noch nicht verwendet.	Tier zeigte dieselb. Symptome wie Katze (Nr. 14) speichelte aber während des ganz. Versuches nicht.	Keine.	Speichelfluß fehlt; sonst wie bei Katze (Nr. 14).	
			Katze (Nr. 46) 3200 g schwer, schon zu Versuchen verwendet.	Speichelt wie Katze in den Käfig gesetzt wird, nach einigen Min. häufiges Nießen. Nach $^1/_4$ Std. Conjunkt.; nach $1^3/_4$ Std. leichtes Schwanken u. Zittern.	Nach 3 Stunden stärkeres Schwanken, Katze stürzt öfters, laute keuch. Atmung mit offenem Maul, sehr starke Conj. und Vermehrung d. Speichelsekr. Nach $6^1/_2$ Std. vereinzelte kurzdauernde klon. Krämpfe in den Extr.; leichte Lähmung der hinteren Beine.	Starke Einwirkung auf Augen-, Nasen- u. Mundschleimhaut. Leichte Gleichgewichtsstörungen und leichte krampfartige Erscheinungen.	

Aus Tabelle I erhalten wir über das Wesen der Wirkung der Terpentinöldämpfe sehr klaren Aufschluß. Als erste Wirkung zeigt sich eine intensive Reizung der äußerlich zugängigen Schleimhäute: starke Conjunktivitis, katarrhalische Erscheinungen von Seiten der Nasen- und Bronchialschleimhaut und starke Speichelsekretion. Verhältnismäßig rasch treten Gleichgewichtsstörungen auf, zuerst leichte wie Taumeln beim Sitzen, Unsicherheit beim Gehen, dann aber bald auch stärkere Gleichgewichtsstörungen. Die Tiere können nicht mehr frei sitzen, sondern lehnen sich an der Glaswand an, bei Gehversuchen fallen sie öfters zur Seite bis sie schließlich überhaupt nur noch sich von einer Seite zur anderen werfen können. Besonders auffallend ist in diesem Stadium ein Versagen der hinteren Extremitäten. Verhältnismäßig lang hält das Stadium der tetanischen Krämpfe an, bis zu 1 ja sogar 2 Stunden. Auch werden Wälzbewegungen um die Längsachse beobachtet, gegen Ende des Versuches klonische Krämpfe von Art der epileptiformen Krämpfe.

Bei der Sektion der zugrunde gegangenen Tiere fanden sich keinerlei wesentliche pathologische Veränderungen. Katarrhalische Entzündungen der Luftröhre und der Bronchien, geringes Emphysem der Lunge und geringe subpleurale Ecchymosen waren die Hauptbefunde.

Ein kurzer Blick in die Tabelle zeigt uns ferner, daß allgemein betrachtet die Tiere, die öfters zu Versuchen verwendet wurden, körperlich herunterkamen; sie wurden schwächer, ihr Körpergewicht sank. Endlich zeigt uns die Tabelle noch die Tatsache, daß die Tiere durch aufeinanderfolgende Versuche empfindlicher gegen das Gift wurden, sodaß sie durch Dosen, die sonst minimale Wirkungen hervorgerufen hatten, stärker angegriffen wurden. So starb Katze (Nr. 44), welche kurze Zeit vorher zu einem Versuch verwendet worden war, schon bei einer Dosis von 16 mg pro Liter nach 40 Minuten, während Katze (Nr. 41), welche längere Zeit nicht zu Versuchszwecken verwendet

worden war, bei einer Dosis von 24 mg pro Liter erst nach 1 Stunde 10 Minuten ad Exitum kam. Bei Versuch 6 war die Wirkung bei Katze (Nr. 46), die einige Tage vorher schon Terpentinöldämpfe eingeatmet hatte, eine stärkere als bei Katze (Nr. 13 und 14), welche zum 1. Male zu solchen Versuchen Verwendung fanden.

Tierversuche:

2. mit Ersatzpräparat für Terpentinöl.

Wie wir im Vorangehenden gesehen haben, sind die Terpentinöldämpfe bei Inhalation wohl imstande, einen höchst schädigenden Einfluss auf die Gesundheit des lebenden Organismus auszuüben. Zum Vergleiche wollen wir uns nun den Tierversuchen mit den Dämpfen eines Ersatzmittels für Terpentinöl zuwenden, das den gleichen technischen Zwecken dienen aber weniger giftig als das erstere sein soll. Ich habe mich darauf beschränkt, ungefähr gleiche Dosen wie bei den Versuchen mit dem Terpentinöl meinen Experimenten zugrunde zu legen.

Die Methodik der Tierversuche war genau die gleiche wie im vorherigen beschrieben. Ich will mich nun auch, statt sämtliche Versuche genau zu schildern, darauf beschränken, mehrere Versuche mit ziemlich differierenden Dosen in ihrem Verlaufe einzeln darzustellen, während die übrigen wieder in Tabellenform beschrieben werden sollen.

I. Versuch: 7.

Gehalt: 6,9 mg pro l. Dauer: 8 Stunden.

Katze (Nr. 42) ein kräftiges Tier von 2750 g Gewicht, wurde bereits zu einigen Versuchen verwendet; doch befindet sich zwischen dem letzten und diesem Versuche eine mehrwöchige Erholungszeit. Katze zeigt vor dem Versuche normales Verhalten.

Alle 5 Minuten werden in die Woulff'sche Flasche 1 ccm Terpentinölersatzpräparat gegeben. In der Stunde 1400 l Luft durch Versuchskäfig gesaugt.
Anfangstemp. der Luft in Woulff'scher Flasche 26° C
Endtemp. „ „ „ „ „ 55° C.

Nach $^1/_4$ Stunde tritt vermehrte Speichelsekretion ein. Katze wischt jedoch den aus dem Maule hängenden Schleimfaden sofort mit der Pfote wieder ab. Einige Minuten später tritt von neuem vermehrte Speichelsekretion auf, die aber rasch wieder verschwindet. Katze putzt sich eifrig. Eine halbe Stunde nach Beginn des Versuches zeigt sich eine vermehrte Sekretion der Nasenschleimhaut und eine leichte Reizung der Lidbindehaut. Katze schließt häufiger als sonst die Augenlider, die leicht gerötet sind. Nach einer Stunde tritt stärkere Speichelsekretion ein und stärkere Speichelsekretion und Reizung der Conjunktiva. Es bestehen auch Vermehrung der Tränensekretion und Lichtscheu. Die Katze sitzt ruhig und ohne zu schwanken im Käfig, die Augen sind geschlossen, aus dem Maule hängt zu beiden Seiten ein Schleimfaden, der nicht mehr abgewischt wird. Nach 2 Stunden ist der Versuch für eine Stunde unterbrochen und die Katze aus dem Käfig genommen. Sie zeigte keine Symptome für Schwindelgefühl lief ohne zu schwanken.

Nach einer Stunde Fortsetzung des Versuches: Es zeigen sich wieder die nämlichen Symptome wie am Anfang des Versuches. Nach 20 Minuten fährt die Katze öfters mit Pfote über Nase und Augen, nach 25 Minuten geringe Vermehrung der Speichelsekretion, die nach weiteren 20 Minuten zunimmt, von der Katze aber immer wieder abgewischt wird. Daneben kniff die Katze die Augenlider öfters zu, es bestand Rötung der Conjunktiva und vermehrter Tränenfluß. Während im weiteren Verlaufe des Versuches alle $^1/_2$ Stunden ein Schleimfaden aus dem Maule hängt, der nach einiger Zeit wieder abgewischt wird oder herunterfällt, zeigt sich in den letzten 2 Stunden nur noch ungefähr stündlich eine Vermehrung der Speichelsekretion,

die auch wieder verschwindet. Die Einwirkung auf die Conjunktiva scheint eine stärkere zu sein, denn die Katze hält nach 4 Stunden die geröteten Augenlider fast stets geschlossen.

Nach 8 Stunden aus dem Käfig genommen, erholte sich die Katze sehr rasch vollkommen wieder sie, läuft ohne zu schwanken, miaut mit etwas heiserer Stimme und nimmt auch sogleich Nahrung zu sich. Auch von der bestandenen Conjunktivitis ist am folgenden Tage nichts mehr zu sehen.

II. Versuch: 5.

Gehalt: 19 mg pro l. Dauer: $2^1/_4$ Stunden.

Katze (Nr. 43) ein sehr kräftiges Tier von 3000 g Gewicht wurde noch zu keinem Versuch verwendet.

Alle 5 Minuten werden in die Woulff'sche Flasche 3 ccm Terpentinölersatzpräparat gegeben. In der Stunde 1500 l Luft durch Versuchskäfig gesaugt.
Anfangstemp. der Luft in Woulff'scher Flasche 30° C
Endtemp. „ „ „ „ „ 56° C.

30 Minuten nach Beginn des Versuches tritt sehr starke Vermehrung der Speichelsekretion auf; zu gleicher Zeit vermehrte Sekretion der Nasenschleimhaut und Tränenfluß. Auch bestehen Lichtscheu, denn Katze hält die Augen nur halb offen und kneift dieselben öfters zu. Kurze Zeit darauf macht sich ein Zittern am ganzen Körper bemerkbar. Ungefähr nach einer Stunde zeigen sich leichte Gleichgewichtsstörungen. Katze schwankt im Sitzen leicht, der Gang ist ein taumelnder. Nach nicht ganz 2 Stunden nehmen die Gleichgewichtsstörungen zu. Katze gleitet zunächst beim Gehen einmal aus und fällt; 10 Minuten später kann Katze nicht mehr gehen, sie fällt zur Seite, sucht sich zu erheben, um sogleich wieder zu fallen. Ungefähr 5 Minuten lang fällt so die Katze von der einen Glaswand zur anderen. Nach dieser Zeit bleibt das Tier auf der Seite liegen, es treten zuerst tetanische Krämpfe in den Zehen auf, Spreizen der Zehen; diese Krämpfe erstrecken sich dann auf die

ganzen Extremitäten. Während diese tetanischen Zuckungen in den Extremitäten 10 Minuten anhalten, tritt schließlich ein typischer Tetanus an der ganzen Muskulatur auf mit Zurückbeugen des Kopfes in den Nacken (Opisthotonus). Die Atmung, die in diesem letzten Stadium eine keuchende ist, wird langsamer und immer schwächer und steht schließlich still. Nach $2^1/_2$ Stunden ist also bei der Katze unter Erscheinung des Tetanus der Exitus letalis eingetreten.

Die Katze wird sofort aus dem Käfig herausgenommen. Sie liegt vollkommen bewegungslos auf der Seite mit geöffneten Augen. Der Comealreflex ist erloschen. Trotzdem energische künstliche Respiration und Herzmassage angewandt wird, erholt sich die Katze nicht mehr.

Bei der am nächsten Tage vorgenommenen Sektion zeigt sich die Trachea etwas injiciert und geringe Mengen flüssigen Schleimes enthaltend; dies findet sich auch in den Bronchien. Lunge ist mittelmäßig bluthaltig, leichtes Oedem und mehrere kleine Infakte enthaltend; sonst o. B.

III. Versuch: 6.

Gehalt: 29 mg pro l. Dauer: 1 Stunde 2 Minuten.

Katze (No. 40) ein mittelkräftiges Tier von 2320 g Gewicht, wurde noch zu keinem Versuch verwendet.

Alle 5 Minuten werden in die Woulff'sche Flasche $4^1/_2$ ccm Terpentinölersatzpräparat gegeben. In der Stunde 1500 l Luft durch Versuchskäfig gesaugt.

Anfangstemp. der Luft in Woulff'scher Flasche 53 ° C
Endtemp. „ „ „ „ „ 57 ° C.

Nach 8 Minuten deutliche Vermehrung der Speichelsekretion, Vermehrung des Nasensekretes und Tränenfluß. Lichtscheu infolge Conjunktivitis, vereinzelte angestrengte tiefe Atemzüge. Katze macht keinen Versuch, den aus dem Maule hängenden Schleimfaden abzuwischen. Nach 15 Minuten tritt eine sichtbare motorische Unruhe auf, die sich in lebhaftem Zittern äußert, das sich nach weiteren 7 Minuten verstärkt. Nach 50 Minuten zeigen sich ver-

einzelte klonische Krämpfe in den Vorder- und Hinterbeinen, welche sich in kurzdauernden, schlagenden Bewegungen äußern; zu gleicher Zeit schwankende Bewegungen im Sitzen und Unsicherheit im Gehen; also leichte Gleichgewichtsstörungen. Genau nach einer Stunde fällt die Katze zur Seite und es treten tetanische Krämpfe in den Extremitäten auf. Nachdem dieselben vorbei sind, sucht sich die Katze wieder zu erheben; es ist ihr jedoch nicht mehr möglich, zu stehen; sie fällt sogleich wieder zur Seite. 1 Stunde 2 Minuten nach Beginn des Versuches erneuter tetanischer Anfall mit Zurückbeugen des Kopfes in den Nacken; daneben auch kurzdauernde, schleudernde Bewegungen der Extremitäten. Die Atemzüge werden immer seltener und stehen schließlich still. Katze liegt auf dem Rücken. Exitus.

Bei der Sektion zeigt sich eine geringe Menge flüssigen Schleims in der Trachea und in den Bronchien, die Trachea zeigt leichte Injektion. Die Lunge ist stark blutthaltig und etwas emphysematös. Minimales Oedem. Leber ebenfalls sehr blutreich, Niere anaemisch, links stärker als rechts; sonstiger Befund o. B.

Tabelle II.

Wie in Tabelle I für das Terpentinöl, folgt nun eine tabellarische Zusammenstellung der Inhalationsversuche mit Terpentinölersatz, zwecks besserer und rascherer Uebersicht über die Wirkung und Giftigkeit dieses Stoffes.

Tabelle II.

Versuchsnummer	Gehalt:	Dauer:	Vorgeschichte:	Wirkung:			Ferneres Schicksal:
				Erste leichte Symptome:	Schwerere Symptome:	Am Ende des Versuches:	
1.	6,5 mg pro l	3 Std.	Katze (Nr. 41) schwächliches Tier von 1770 g, zeigt vollkommen normales Verhalten; ist schon zu Versuch 4 verwendet worden.	Versuch verläuft ohne sichtbare Einwirkung auf das Tier.	Keine.	Katze reagiert deutlich auf alle äußeren Einflüsse, zeigt vollkommen normales Verhalten.	o. B.
2.	6,9 mg pro l	8 Std.	Katze (Nr. 42) kräftiges Tier von 2600 g, schon zu Versuch 6 verwendet, zeigt normales Verhalten.	Nach $^1/_4$ Stunde vermehrte Schleimsekretion, die aber bald wieder verschwindet. Nach $^1/_2$ Std. Tropfen der Nase und Conjunktivitis. Nach 1 Std. stärkere Speichelsekretion die bestehen bleibt.	Keine.	Keine Gleichgewichtsstörungen, keine Krämpfe.	Katze erholt sich rasch vollständig.
3.	9,7 mg pro l	3 Std.	Katze (Nr. 41) schwächl. Tier von 1750 g, schon zu Versuch 6 verwendet, zeigt vollkommene Erholung.	Nach $1^1/_2$ Stunden vermehrte Speichelsekr. und vermehrte Nasensekretion Lichtscheu und Conjunktivitis.	Nach $2^1/_2$ Stunden leichtes Zittern der Katze. Der Gang ist schwerfällig.	Katze kann noch frei sitzen, ohne sich anlehnen zu müssen; keine Gleichgewichtsstörungen.	Innerhalb 10 Min. vollständige Erholung.
4.	16,2 mg pro l	1 Std.	Katze (Nr. 41) schwächl. Tier von 1800 g, zeigt vollkommen normales Verhalten; ist noch zu keinem Versuch verwendet worden.	Nach 25 Minuten deutliche Vermehrung der Speichelsekretion. Lichtscheu, geringer Tränenfluß.	Nach 1 Stunde große Unsicherheit in der Bewegung der Beine u. Schwanken des Körpers bemerkbar.	Nur geringe Gleichgewichtsstörungen.	Erholt sich innerhalb 5 bis 10 Min. vollständig.

Tabelle II.

Versuchsnummer	Gehalt:	Dauer:	Vorgeschichte:	Wirkung:			Ferneres Schicksal:
				Erste leichte Symptome:	Schwerere Symptome:	Am Ende des Versuches:	
5.	19 mg pro l	$2^1/_2$ Std.	Katze (Nr. 43) sehr kräftiges Tier von 3000 g wurde noch zu keinem Versuch verwendet.	Nach 30 Min. vermehrte Speichelsekr.; Tropfen der Nase, Lichtscheu, Conjunktivitis, leichtes Zittern.	Nach $1^3/_4$ Stunden leichtes Schwanken, das rasch zunimmt. Nach weiteren 10 Min. fällt Katze von einer Seite zur anderen; es treten tet. Krämpfe in den Extremitäten auf.	Typischer Tetanus mit Zurückbeugen des Kopfes in den Nacken. Exitus letalis.	Sektion: Trachea etwas injiciert, geringe Mengen flüssigen Schleims enthaltend, ebenso auch in den Bronchien. Lunge bluthaltig mittl. Grades, leichtes Oedem, kleine Infakte.
6.	26 mg pro l	2 Std.	Katze (Nr. 42) kräftiges Tier v. 2750 g zeigt vollkommen normales Verhalten; ist noch zu keinem Versuch verwendet worden.	Nach 15—20 Min. vermehrte Speichelsekr., vermehrte Sekretion der Nasenschleimhaut, Conjunktivitis und vermehrter Tränenfluß.	Nach 30 Min. noch Unruhe u. Zittern der Katze, vereinzelte Krämpfe schleudernder Art in den Extrem. Nach 55 Min. lehnt sich Katze an der Wand an, wankt von einer Seite zur anderen.	Katze liegt längere Zeit auf der Seite, wirft sich von Zeit zu Zeit gewaltsam auf andere Seite, im Sitzen immer an Glaswand angelehnt. Hie und da tet. Krämpfe in den Extrem.	Außerhalb des Käfigs liegt Katze bewegungslos auf Seite, bald macht sie Versuche sich aufzusetzen, was nach $^1/_4$ Std. gelingt. Bei Laufversuchen schwankt Katze noch sehr hin u. her u. fällt öfters. Nach einer weiteren $^1/_4$ Std. geht das Laufen leidlich. Baldige völlige Erholung.
7.	29 mg pro l	1 Std. 2 Min.	Katze (Nr. 40) mittelkräftiges Tier v. 2320 g noch zu keinem Versuch verwendet.	Nach 8 Min. vermehrte Speichelsekr., Lichtscheu u. Conjunktivitis. Nach 15 Min. mot. Unruhe (Zittern) nach 50 Min. klon. Krämpfe in den Extrem. u. leichte Gleichgewichtsstörungen.	Nach 1 Stunde stärkere Gleichgewichtsstörungen u. tet. Krämpfe in den Extr.	Typ. Tetanus mit Opisthotonus. Exitus letalis.	Sektion: Trachea leichte Inj.; dieselbe wie auch die Bronchien geringe Menge flüssigen Schleims enthaltend. Lunge stark bluthaltig, etwas emphysematös, geringes Oedem.

Aus Tabelle II erhalten wir über das Wesen der Wirkung des Terpentinölersatzpräparates sehr klaren Aufschluß. Das erste, was man bei Beginn des Versuches an den Tieren beobachtet, sind Erscheinungen örtlicher Reizung: das eingeleitete Terpentinölersatzpräparat reizt die Schleimhaut der Augen, des Mundes und der Atmungswege, die durch Augentränen, Rötung der Lidränder, Lichtscheu, durch Speichelfluß und Tropfen der Nase gekennzeichnet sind. Die resorptiven Erscheinungen äußern sich in folgender Weise: die Tiere werden unruhig und zeigen ein deutliches Zittern, schwankender Gang, Taumeln, das sich schließlich soweit steigert, daß die Tiere nicht mehr auf den Beinen stehen können, sondern von einer Seite zur anderen stürzen. Im weiteren Verlaufe des Versuches treten Krämpfe hinzu und zwar zunächst tetanische Krämpfe in den Extremitäten, die mit einem Spreizen der Zehen beginnen. Kurze Zeit darnach tritt ein typischer Tetanus auf mit Zurückbeugen des Kopfes in den Nacken, sogenannter Opisthotonus; die Atmung wird keuchend, um dann langsam schwächer und schwächer zu werden und schließlich still zu stehen. Trotz energischer künstlicher Respiration und Herzmassage konnte die Atmung nicht mehr angefacht werden, es war Exitus letalis eingetreten.

Die Quantität des eingeatmeten Terpentinölersatzpräparates war bei den beschriebenen Versuchen proportional der hervorgerufenen Wirkung d. h. je größer die eingeleitete Giftdosis war, desto rascher und stärker trat die Wirkung auf. Am deutlichsten treten sämtliche Symptome bei einer Giftmenge von 19—29 mg pro Liter zu Tage. Bei geringeren Dosen wie 16,2 mg pro Liter traten nach einer Stunde nur ganz leichte Gleichgewichtsstörungen auf, bei einer Dosis von 9,7 mg pro Liter nach 3 Stunden nur leichtes Zittern und eine größere Schwerfälligkeit im Gehen; dagegen keine Gleichgewichtsstörungen. Bei Dosen von 6,9 mg pro Liter traten bei einer Einwirkungszeit von 8 Stunden nur leichte Reizerscheinungen der äußerlich zugängigen Schleimhäute auf, dagegen keine Gleichgewichtsstörungen

und keine Krämpfe. Eine dauernde Schädigung des Organismus wurde durch nichtletale Dosen nicht hervorgerufen, soweit man dies nach den wenigen Versuchen beurteilen kann. Die Tiere erholten sich immer rasch wieder und vollständig, auch wenn sie öfters den Dämpfen des Terpentinölersatzpräparates ausgesetzt waren.

Eine besondere Todesursache bei zugrunde gegangenen Tieren wurde nicht gefunden. Außer den Zeichen einer leichten Tracheitis und Bronchitis fand man nur ein geringes Lungenödem.

Selbstversuche:

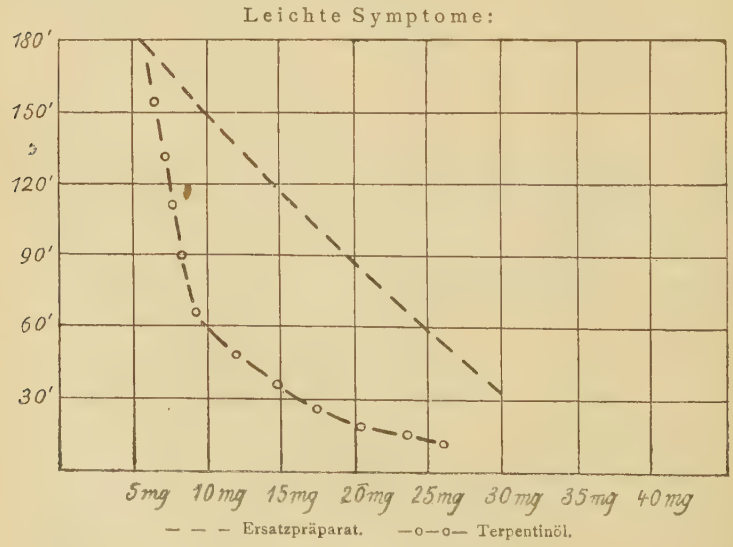
1. mit Terpentinöl.

In einen Raum von ungefähr 9 cbm Inhalt, welcher gut gegen die Außenluft abgeschlossen war, werden 135 g Terpentinöl mittelst einer Spritzflasche auf aufgehängte große Filtrierpapierbogen gespritzt. Es wird dadurch eine Dosis von ungefähr 15 mg pro Liter Luft hergestellt. Darauf wird mittels eines aus Pappe verfertigten Fächers die Luft in dem Raume und das verdunstete Terpentinöl vermengt und dieses Luftgemisch eingeatmet.

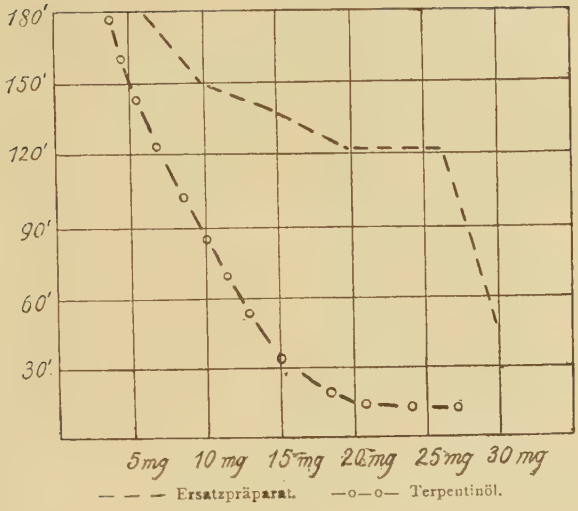
Nach einer $^1/_2$ Stunde fühlt man ein leichtes Brennen in den Augen und es besteht einigemale Nießreiz. Nach $^3/_4$ Stunde stellt sich sehr deutlich ein leichtes Schwindelgefühl und Brechreiz ein, welches ungefähr $^1/_4$ Stunde anhält. Längere Zeit besteht noch der Geschmack nach dem Terpentinöl.

2. mit Ersatzmittel.

In derselben Weise wurde der Versuch mit Terpentinölersatzpräparat, auch in derselben Stärke gemacht. Die Erscheinungen sind dabei dieselben, sind jedoch erst nach 1 Stunde deutlich ausgeprägt.

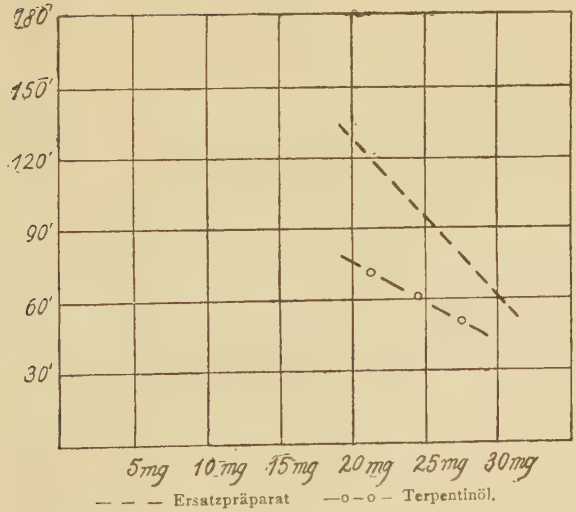


Krämpfe:



— — — Ersatzpräparat. —o—o— Terpentinöl.

Tod:



— — — Ersatzpräparat —o—o— Terpentinöl.

Verdunstungsversuche:

Um die Verdunstungsgeschwindigkeit des Terpentinöles und seines Ersatzpräparates zu ermitteln, werden mit Leichtbenzin, Schwerbenzin, Terpentinöl und Ersatzpräparat folgende Versuche angestellt:

Es werden 4 Schalen, deren Gewicht mittels Wage genau festgestellt ist, aufgestellt und in dieselben mittels Pipette je 25 ccm der erwähnten Flüssigkeiten gegeben und der Verdunstung ausgesetzt. Nach 6 Stunden, in welchen die Zimmertemparatur im wesentlichen konstant bleibt, wird die Größe der verdunsteten Menge bestimmt. Wir sehen aus folgenden Tabellen, daß Leichtbenzin am raschesten verdunstet; es folgt dann Schwerbenzin; an dritter Stelle kommt das Terpentinersatzpräparat, an letzter Stelle das Terpentinöl.

Tabelle III.

A.

I	II	III	IV
Ersatzpräparat	Terpentinöl	Leichtbenzin	Schwerbenzin
61,2 g	66,7 g	62,4 g	60,0 g
Nach 6 Stunden sind davon noch vorhanden:			
59,7 g	65,7 g	48,8 g	54,85 g
Demnach sind davon nach 6 Stunden verdunstet:			
1,5 g	1,0 g	13,6 g	5,15 g

B.

I	II	III	IV
Ersatzpräparat	Terpentinöl	Leichtbenzin	Schwerbenzin
62,021 g	63,8 g	63,02 g	64,52 g
Nach 3 Stunden sind davon noch vorhanden:			
61,652 g	63,526 g	54,92 g	62,35 g
Demnach sind nach 3 Stunden verdunstet:			
0,369 g	0,274 g	8,10 g	2,17 g
Nach 6 Stunden sind davon noch vorhanden:			
61,26 g	63,25 g	50,95 g	60,42 g

I	II	III	IV
Ersatzpräparat	Terpentinöl	Leichtbenzin	Schwerbenzin
Demnach sind nach 6 Stunden verdunstet:			
0,761 g	0,550 g	12,07 g	4,1 g
Nach 27½ Stunden sind davon noch vorhanden:			
58,872 g	61,37 g	46,30 g	52,05 g
Demnach sind nach 27½ Stunden verdunstet:			
3,149 g	2,430 g	16,72 g = 25 ccm waren schon vor Wägung verdunstet.	12,470 g

Die Zimmertemperatur war bei diesem 2. Verdunstungsversuch von 18½° C am Anfang auf 19° C nach 3 Stunden gestiegen, war nach 6 Stunden dieselbe Temperatur, nach 27½ Stunden zeigte das Thermometer eine Höhe von 19½° C.

Es zeigen diese Verdunstungsversuche also, daß von dem Ersatzpräparat in der gleichen Zeit ungefähr das Eineinhalbfache des Terpentinöles verdunstet, während vom Schwerbenzin in dieser Zeit die 5fache Menge und vom Leichtbenzin die 13fache Menge verdunstet ist.

Ein kurzer Ueberblick über sämtliche Versuche, die ich über Terpentinöl und Terpentinölersatzpräparat gemacht habe, zeigt also, daß von dem Ersatzpräparat in der gleichen Zeit ½ mal mehr verdunstet als von dem Terpentinöl, daß aber letzteres bei weitem giftiger ist als das Ersatzmittel. Während z. B. eine Dosis von 6,5 mg pro Liter von dem Ersatzpräparat nach 3 Stunden fast keinen Einfluß auf das Tier ausgeübt hatte, rief 8 mg Terpentin pro l nach 1½ Stunden schon Wälzbewegungen und tetanische Krämpfe hervor. Bei ungefähr 16 mg pro Liter rief das eine nur leichte Gleichgewichtsstörungen nach einer Stunde hervor, das andere nach 40 Minuten den Tod. Bei einer Dosis von 20 mg pro Liter verursachte ersteres nach 30 Minuten nur vermehrte Speichelsekretion und Conjunktivitis, letzteres tetanische Zuckungen. Während aber bei dem Ersatz-

präparat nach einigen tetanischen Krämpfen sofort der Tod eintrat, dauerte bei Terpentinöl das Stadium der tetanischen Krämpfe bedeutend länger.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann für die Ueberweisung der Arbeit und die liebenswürdige Unterstützung bei der Ausführung derselben meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Ernst Höfling, bin am 25. Februar 1887 zu Würzburg als Sohn des Kaufmannes Georg Höfling geboren, besuchte daselbst die deutsche Schule und absolvierte im Juli 1906 das humanistische Gymnasium. Im Wintersemester 1906/07 immatrikulierte ich mich an der Universität zu Würzburg und wandte mich zuerst dem juristischen Studium zu. Nach 3 Semestern wandte ich mich dem medizinischen Studium zu. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Februar 1911 und die ärztliche Staatsprüfung am 19. Mai 1913. Als Medizinalpraktikant bin ich seit 20. Mai 1913 an der inneren medizinischen Klinik zu Würzburg tätig.

Was meine Militärverhältnisse betrifft, so bin ich seit Juli 1910 der Ersatzreserve zugeteilt.

Vorstehende Dissertation habe ich unter Leitung des Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann verfaßt.